

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra kybernetiky a biomedicínského  
inženýrství

Procesní a datová analýza subsystému odběrů krve a  
krevních složek dárcovské části krevního centra s  
využitím RFID technologie

Logistic and Data Analysis of the Subsystem of  
Blood and Blood Components Taking in a Donor  
Part of the Blood Transfusion Station using of RFID  
technology

2012

Kristýna Dostálová

# Zadání bakalářské práce

Student: **Kristýna Dostálová**

Studijní program: B2649 Elektrotechnika

Studijní obor: 3901R039 Biomedicínský technik

Téma: Procesní a datová analýza subsystému odběrů krve a krevních složek dárcovské části krevního centra s využitím RFID technologie

Logistic and Data Analysis of the Subsystem of Blood and Blood Components Taking in a Donor Part of the Blood Transfusion Station using of RFID technology

Zásady pro vypracování:

Analýza bude vycházet ze současného stavu procesů probíhajících v části odběrů krve a krevních složek v dárcovské části krevního centra (KC). Na tomto základě budou analyzovány datové toky vznikající při realizaci procesů v segmentu dárcovské části KC. Následně bude proveden návrh začlenění RFID prvků do současného systému a zpracována výsledná analýza obsahující analýzu IS krevního centra obsahující RFID prvky. Analýza bude dále zahrnovat jak data vznikající při jejich ručním zápise do IS, tak data vznikající při zpracování událostí registrovaných RFID snímači v dárcovské části KC i data získaná v průběhu procesu z informačního systému.

Postup řešení:

1. Analýza typů datových údajů vznikajících při administrativních a organizačních procesech probíhajících v dárcovské části krevního centra.
2. Analýza a návrh možností vhodného použití technologie RFID pro realizaci požadavků uživatele.
3. Analýza dat vznikajících při realizaci funkcí v této části i vyžadovaná z IS pro plnění aktivit v tomto úseku KC.
4. Zpracování výsledků analýzy ve formě textového popisu a s použitím diagramů UML.
5. Zhodnocení poznatků získaných při práci na BP.

Seznam doporučení odborné literatury:

1. ČERNOHORSKÁ, Vendula. *Použití technologie RFID v provozu transfúzní stanice FN Ostrava*. Ostrava, 2011. Diplomová práce. VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Katedra měřicí a řídicí techniky.
2. ČERNOHORSKÝ, Jindřich a Ondřej KREJCAR. *Systémy řízení a monitorování*. 1.vyd. Ostrava:VŠB-technická univerzita Ostrava, 2007. 56s. ISBN 978-80-248-1612-8.
3. KANISOVÁ, Hana a miroslov MÜLLER, M..*UML srozumitelně*. Praha: Computer Press, 2006. 176s. ISBN 9788025110836.
4. MACŮREK, Filip. *Radiofrekvenční identifikace RFID a její použití v automatizaci a logistice*. Automa.2005, roč. 11, č. 8-9, ISSN 1210-9592.
5. UNUCKA, Jakub. *Automatická identifikace pomocí RFID technologie, včetně praktických příkladů v průmyslové logistice*. Gaben, spol. s.r.o., 2008.
6. Firemní technická dokumentace pro oblast identifikačních systémů firm Gaben.

7. Firemní technická dokumentace pro automatické identifikace (RFID) z RFID portalu provozovaném firmou Project Invest, s.r.o.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. RNDr. Jindřich Černožorský, CSc.**

Konzultant bakalářské práce: Ing. Dagmar Valová

Datum zadání: 18.11.2011

Datum odevzdání: 04.05.2012



doc. Ing. Jiří Koziolek, Ph.D.  
*vedoucí katedry*



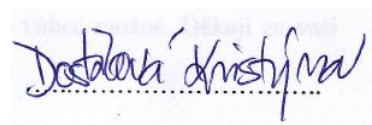
prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
*děkan fakulty*

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že tuto bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně.

Uvedla jsem veškeré literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

Datum odevzdání: 4. 5. 2012

Handwritten signature in blue ink, reading "Jitka Krásová". The signature is written over a dotted line.

## **Poděkování**

Velký dík patří vedoucímu mé bakalářské práce doc. RNDr. Jindřichu Černožorskému, CSc. za ochotu, vstřícnost a důležité rady k této práci. Díky němu mohla tato práce vzniknout.

Mé poděkování rovněž patří paní Ing. Dagmar Valové za ochotné poskytnutí rad a seznámení mě s provozem krevního centra FN Ostrava.

Nesmím opomenout ani mou rodinu, díky které je mé studium vůbec možné. Děkuji za vaši obrovskou podporu a porozumění.

## **Abstrakt**

Příspěvek pojednává o analýze dárcovské části krevního centra s využitím RFID technologie. Analýza byla reálně provedena v Krevním centru fakultní nemocnice s poliklinikou Ostrava.

S ohledem na rozsáhlost systému krevního centra, bylo nutno se zaměřit na úsek subsystému odběrů krve a krevních složek.

Pro zachycení analýzy byl použit jazyk UML – Unified Modelling Language. V tomto jazyce byly vytvořeny diagramy – aktivita diagram, diagram tříd (diagram modelování dat).

Diagramy byly vytvořeny v programu Enterprise Architect - UML CASE Tool.

## **Klíčová slova**

Krevní centrum, krevní konzerva, krev, plazma, RFID tag, RFID čtečka ...

## **Abstrakt**

This thesis deals with analysis of donor part of the Blood Transfusion Station of using RFID technology. The analysis was performed in real Blood Center FNsP in Ostrava.

With respect to the vastness of the system of blood center, it was necessary to focus on the stretch of the subsystem of blood and blood components.

To capture analysis was used UML language – Unified Modelling Language. In this language was created diagrams – activity diagram, class diagram (data modeling).

Diagrams was created in Enterprise Architect – UML CASE Tool.

## **Keywords**

Blood center, blood unit, blood, plasma, RFID tag, RFID reader ...

## Seznam použitých zkratk

<b>KC</b>	Krevní centrum
<b>IS</b>	Informační systém
<b>NS</b>	Nestandardní odběr
<b>OK</b>	Dobrý odběr
<b>ID</b>	Identifikační (karta, číslo)

# Obsah

1 Úvod.....	2
2 Krev a její použití.....	3
2.1 Krevní elementy .....	3
2.1.1 Bílé krvinky – LEUKOCYTY .....	3
2.1.2 Červené krvinky – ERYTROCITY .....	3
2.1.3 Krevní destičky – TROMBOCYTY .....	4
2.2 Krevní plazma .....	4
2.3 Krevní skupiny .....	4
2.4 Krevní transfuze .....	5
2.5 Krevní konzerva .....	6
2.6 Druhy odběrů .....	6
2.6.1 Odběr plné krve .....	6
2.6.2 Odběr plazmy, plazmaferéza .....	7
2.6.3 Odběr krevních destiček.....	7
2.7 Přípravky z krve .....	7
2.7.1 Erymasa - koncentrát červených krvinek .....	7
2.6.2 Trombocytový koncentrát .....	7
2.6.3 Čerstvá zmrazená plazma .....	7
2.6.4 Krevní deriváty .....	8
3 RFID technologie.....	9
3.1 Funkce RFID.....	9
3.1.1 Druhy RFID transponderů a jejich funkčnost .....	10
3.2 Typy RFID čipů a čteček.....	11
3.2.1 RFID čipy.....	11



3.2.2 RFID čtečky .....	12
3.3 Srovnání RFID čipů s čárovými kódy .....	13
4 Prostředky pro analýzu krevního centra .....	14
4.1 Modelovací jazyk UML.....	14
4.1.1 Diagram aktivit – ACTIVITY DIAGRAM.....	15
4.1.1.1 Prvky aktivity diagramu .....	15
4.1.2 Diagramy případu tříd – CLASS DIAGRAM.....	17
4.1.2.1 Prvky diagramu tříd .....	17
5 Analýza krevního centra pomocí modelovacího jazyka UML .....	19
5.1 Předodběr – hematologická laboratoř.....	19
5.2 Vyšetřovna lékaře.....	19
5.3 Předbox.....	19
5.4 Odběr .....	20
6 Navržení provozu s využitím RFID technologie .....	21
6.1 Úsek předodběru s použitím RFID.....	21
6.2 Úsek vyšetřovny lékaře s použitím RFID.....	21
6.3 Úsek předboxu s použitím RFID.....	22
6.4 Úsek odběru s použitím RFID .....	22
7 Zpracování dat .....	24
8 Varianty čteček a RFID tagů .....	27
8.1 Vhodné RFID tagy .....	27
8.2 Vhodné RFID čtečky.....	28
9 Závěr .....	29
Zdroje.....	31
Seznam příloh.....	33

# 1 Úvod

K fenoménům dnešní doby bezesporu patří bezkontaktní snímání, tedy bezkontaktní identifikace pomocí technologie RFID. Cílem této práce je nastínit systém identifikace odběrů krve a transfúzních přípravků v krevním centru Fakultní nemocnice v Ostravě a navrhnou zavedení spolehlivého systému do běžného provozu, právě pomocí technologie RFID, přesněji pomocí RFID čipů a čteček.

V současné době se pro identifikaci v krevním centru FN Ostrava používají čárové kódy. Ty sice zastávají významnou funkci, ovšem nelze z nich získat, v některých případech, velice důležité informace jako například teplotu, vlhkost okolního prostředí, kdo, kdy, kde a jak dlouho s produktem manipuloval. Proto již pro zajištění bezpečnosti a většího přehledu o manipulaci, výrobě, skladování a distribuci krve a krevních produktů čárové kódy v dnešní době nestačí a je nutno je nahradit flexibilnějšími prostředky, kterými jsou právě RFID čipy.

Důležitými prvky krevního centra FNO jsou tedy čárové kódy a jejich skenery, pro identifikaci osob zde slouží systém SunRay Server Software, kdy se každý pracovník krevního centra při jakékoli práci s počítačem musí identifikovat svou vlastní kartou.

Krevní centrum FN Ostrava je možno rozdělit do několika samostatných částí, přesto všechny tyto části spolu úzce spolupracují. V této práci se ovšem budeme podrobně zabývat sektory předodběru, vyšetřovny lékaře, předboxu a samotnému odběru krve či plazmy.

## 2 Krev a její použití

Krev patří k základním tělním tekutinám. Jedná se o červenou neprůhlednou kapalinu kolující v cévním systému člověka. Její celkový objem je 4,5-6 litrů, což činí 6-8% celkové tělesné hmotnosti. Množství krve je ovlivněno hmotností a pohlavím, muži mají 5-6 litrů krve, zato ženy 4,5 litrů. Člověk může bez obtíží přijít o 0,5 litru krve, teprve při ztrátě více než 1/3 z celkového objemu krve dochází k ohrožení života.

Základními úkoly krve je roznášení kyslíku  $O_2$  a živin do tkání a zároveň odvádění oxidu uhličitého  $CO_2$  a zplodin metabolismu, rovněž se podílí na udržování tělesné teploty a obranyschopnosti organismu - imunitě.

Krev je složena z pevné a tekuté části. Mezi pevnou složku řadíme krevní tělíska, tedy bílé krvinky (leukocyty), červené krvinky (erytrocyty) a krevní destičky (trombocyty). Tekutou složkou krve je plazma. [1]

### 2.1 Krevní elementy

Jak již bylo zmíněno, krevní tělíska (elementy) tvoří pevnou složku krve. Jednotlivé krevní elementy od sebe rozlišíme mikroskopicky barvením krevních nátěrů.

#### 2.1.1 Bílé krvinky – LEUKOCYTY

Leukocyty vznikají v kostní dřeni, jejich počet se během ontogeneze mění a počet leukocytů dospělého člověka kolísá mezi 4-9 miliardami na litr krve. Bílé krvinky rozlišujeme podle jádra (dělené a nedělené jádro) a podle toho, zda obsahují specifická granula na agranulocyty a granulocyty. [2]

Bílé krvinky zastávají důležitou funkci při buněčné imunitě, chrání tělo jak před buňkami transplantovaných tkání, tak před pozměněnými buňkami vlastního těla, tedy před buňkami nádorovými či buňkami napadenými virem. Leukocyty jsou také nositeli protisrážlivé látky heparinu. [3]

#### 2.1.2 Červené krvinky – ERYTROCITY

Erytrocyty se rovněž tvoří v kostní dřeni, mají piškotovitý tvar a jako jediná buňka v lidském těle nemají jádro, jsou tedy bezjaderné. Díky jejich tvaru je zachován maximální povrch při minimálním objemu, což je obrovská výhoda při průchodu erytrocytu nejmenšími kapilárami v těle, kapilára může mít menší průměr než samotný erytrocyt.

Červenou barvu způsobuje červené krevní barvivo, hemoglobin, na nějž se váže kyslík  $O_2$ , ale i oxid uhličitý  $CO_2$ , a právě díky červeným krvinkám je kyslík rozváděn po těle. [2]

### 2.1.3 Krevní destičky – TROMBOCYTY

Vznikají v kostní dřeni jako odštěpky mateřských buněk (tzv. megakaryocytů), nejedná se tedy o buňku jako takovou, jsou bezjaderné. Metabolicky jsou velice aktivní, syntetizují mnoho látek, ovšem jejich nejdůležitější funkcí je podílení se při mechanismu srážení krve. Zjednodušeně – trombocyty za pomoci bílkovinných faktorů v plazmě a fibrinogenu vytvoří trombus a tím přispějí k zástavě krvácení.

## 2.2 Krevní plazma

Plazma je tekutou složkou krve, tvoří ji z 90% voda, v níž jsou rozpuštěné organické látky, jako plazmatické bílkoviny, glukóza, enzymy, hormony, vitamíny a anorganické látky, kterými jsou především ionty (např.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  atd.). Má jantarově žlutou barvu a v těle člověka tvoří 5% tělesné hmotnosti, tedy 3-3,5 litrů. [4]

Nejdůležitějšími plazmatickými bílkovinami jsou albuminy, globuliny a fibrinogen, který se uplatňuje při srážení krve. Tekutinu získanou ze sražené krve nazýváme sérum, jedná se tedy o defibrinogenovanou plazmu. [2]

## 2.3 Krevní skupiny

Jako většina buněk v lidském těle mají i červené krvinky vlastnosti, znaky, které odlišují jednotlivé jedince. Kvůli těmto vlastnostem musíme rozlišovat krevní skupiny, přesněji krevní typy. V transfúzním lékařství mají největší význam znaky v systémech AB0 a Rhesus faktor – RH faktor. Krevní skupinu ovlivňují dědičné vlastnosti červených krvinek, tyto vlastnosti se dědí po rodičích.

V systému AB0 existují znaky A a B, každý člověk je nositelem jednoho, obou nebo žádného z nich. Proto krevní skupiny v systému AB0 dělíme na skupinu A, B, AB a 0. V populaci se vyskytuje zhruba 42% lidí s krevní skupinou A, 32% lidí se skupinou 0, 18% lidí má skupinu B a pouze 8% populace má krevní skupinu AB.

Typ krevní skupiny určuje přítomnost antigenu (aglutinogenů) na povrchu membrány červených krvinek. Každý člověk má přirozeně protilátky proti těm znakům, antigenům, které jeho krvinky nemají. Jako příklad uveďme případ, kdy člověk má krevní skupinu A, bude se tedy vytvářet protilátka anti-B. Když se tedy dostane do styku protilátka s odpovídajícím skupinovým znakem, dojde k nenávratnému poškození červené krvinky, což významně omezuje možnosti transfúze krve. [5]

Znaky systému RH jsou komplikovanější. Celkem je známo 49 znaků, z nichž jsou nejznámější C, c, D, E, e. Tyto antigeny jsou nesené na třech genech:

- antigen C: genotypy CC nebo Cc
- antigen c: genotyp cc
- antigen D: genotypy DD nebo Dd
- antigen E: genotypy EE nebo Ee
- antigen e: genotyp ee [6]

Klíčovým znakem je antigen D, který je v krvi přítomen, takovouto krev označujeme jako RhD pozitivní, nebo v krvi přítomen není a krev označujeme jako RhD negativní. Protilátky proti znaku D nejsou přirozenou částí krve, ale mohou vzniknout například při těhotenství, kdy plod matky má jiný Rh faktor než sama matka, nebo při transfuzi.

Kromě systémů AB0 a Rh nesou erytrocyty ještě dalších 27 krevně skupinových systémů, které mohou mít význam při transfuzi krve. Vyšetření vhodnosti dané krve pro konkrétního člověka je základem zkoušky slučitelnosti. [5]

## 2.4 Krevní transfuze

Krevní transfuze je proces, kdy je do krevního oběhu příjemce vpravena krev nebo krevní složky dárce. Účelem krevní transfuze je udržení života člověka, který ztratil mnoho krve, například traumatem či při operaci, nebo člověka, jehož krvetvorba je narušena nemocí. Darovaná krev musí být stejné nebo kompatibilní krevní skupiny jako je krev příjemce! Následující tabulka názorně zobrazuje správné kombinace krve dárce a příjemce.

dárce →	0-	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
	0+		Ano		Ano		Ano		Ano
	B-			Ano	Ano			Ano	Ano
	B+				Ano				Ano
	A-					Ano	Ano	Ano	Ano
	A+						Ano		Ano
	AB-							Ano	Ano
	AB+								Ano
kompatibilita krevních skupin		0-	0+	B-	B+	A-	A+	AB-	<b>AB+</b>
		příjemce ↓							

Tab. 1. Povolené kombinace krve dárce a příjemce [7]

Jak je vidět, univerzálním dárce je člověk se skupinou 0-, protože může svou krev darovat všem příjemcům, naopak univerzálním příjemcem je jedinec s krevní skupinou AB+, jelikož může obdržet krev od jakéhokoli dárce.

Pro příjem darované plazmy platí opačná pravidla, jak můžeme vidět v tabulce Tab 2.

dárce →	0	Ano			
	B	Ano	Ano		
	A	Ano		Ano	
	AB	Ano	Ano	Ano	Ano
kompatibilita krve pro přenos plazmy		0	B	A	AB
		příjemce ↓			

Tab. 2. Povolené kombinace plazmy dárce a příjemce [7]

Univerzálním dárce plazmy je tedy člověk se skupinou AB, zato člověk se skupinou 0 je univerzálním příjemcem. [7]

## 2.5 Krevní konzerva

Krevní konzerva, také nazývaná krevní vak, slouží pro transport krve a krevních přípravků, souhrně nazývaných transfúzní přípravky. Krevní konzerva je tvořena plastovým vakem s hadičkami. Jedná se o jednorázově použitelný systém, který má mnoho výhod. Umožňuje uzavřený systém odběru krve a separaci plazmy, nehrozí tedy žádná kontaminace.

Rozlišujeme několik druhů krevních vaků:

- jednoduchý vak pro odběr plné krve
- dvojvak je složen z odběrového a satelitního vaku (tento slouží pro přípravu erytrocytového koncentrátu a plazmy)
- trojvak tvořený jedním odběrovým a dvěmi satelitními vaky
- čtyřvak se skládá z jednoho odběrového a třech satelitních vaků na erytrocyty, trombocyty a plazmu

Označení krevní konzervy musí být přesné, na každém vaku musí být nálepka, která obsahuje údaje, jako jsou název výrobku, číslo odběru, identifikační číslo dárce, krevní skupina a Rh faktor, datum odběru, datum expirace, množství transfúzního přípravku, obsah a složení konzervačního roztoku, skladovací podmínky, výrobní číslo, číslo šarže, výrobní číslo a označení výrobce. Každý přípravek má jiné barevné rozlišení štítku. [9]

## 2.6 Druhy odběrů

Rozlišujeme několik druhů odběrů. Podle typu odběru se pak z odebrané krve dále vytvářejí transfúzní přípravky.

### 2.6.1 Odběr plné krve

Obvykle se do plastového vaku odebírá 450ml krve, samotný odběr trvá méně než 10 minut. Po odběru může dárce pociťovat poruchy soustředění, ovšem odebraný objem krve se v organismu nahradí během několika hodin. Plazmatické bílkoviny a krevní destičky se obnoví během několika dní a červené krvinky během dvou až třech týdnů. Častými odběry by mohlo dojít

k vyčerpání zásob železa, důležitých pro tvorbu erytrocytů, proto je povoleno provádět nejvýše 4-5 odběrů ročně, podle pohlaví.

Plná krev se uchovává při teplotě +4°C po dobu 21-35 dní podle typu použitého konzervačního přípravku.

### **2.6.2 Odběr plazmy, plazmaferéza**

Plazma se odebírá pomocí speciálních přístrojů. Délka odběru se pohybuje mezi 45-60 minutami a méně zatěžuje organismus než odběr plné krve, protože plazma se nahradí během jednoho až dvou dní. Ovšem během roku nesmí být odebráno více než 25 litrů plazmy

### **2.6.3 Odběr krevních destiček**

Odběr trombocytů se provádí pomocí speciálních přístrojů, separátorů, a trvá podle typu přístroje 1-2 hodiny. Destičky se obvykle připravují přímo pro konkrétního příjemce, tzn. že dárce je k odběru cíleně vyzván. Aby mohl být odběr proveden, je důležité dostatečné množství krevních destiček a dobrý žilní přístup u dárce, odebrané trombocyty se nahradí během jednoho až dvou dnů. [5]

## **2.7 Přípravky z krve**

Díky tomu, že mají jednotlivé složky krve různé funkce, je možno podávat příjemcům jen tu složku, kterou potřebují. Tímto postupem se sníží riziko nebezpečí nežádoucí odpovědi na transfuzi a navíc se může krev jednoho dárce použít k aplikaci několika různým příjemcům.

Transfuzní přípravky jsou léčivé přípravky vyrobené z odebrané krve a patří mezi ně především erytrocyty, trombocyty, plazma a krevní deriváty.

### **2.7.1 Erymasa - koncentrát červených krvinek**

Jedná se o transfúzní přípravek obsahující červené krvinky, ze kterých byla odstraněna většina plazmy. Skladuje se při teplotě v rozmezí +2°C až +6°C, pokud se přidá vhodný konzervační roztok, je doba skladování až 42 dní.

### **2.6.2 Trombocytový koncentrát**

Přípravek obsahující krevní destičky, který je připraven zpracováním odběru plné krve vytvořený ze 4 až 6 krevních konzerv „smíchaných“ do jedné konzervy, nebo se připravuje speciálním přístrojovým odběrem zaměřeným pouze na krevní destičky. Trombocyty se skladují nejvýše 5 dní při teplotě 20-24°C s protřepáváním.

### **2.6.3 Čerstvá zmrazená plazma**

Plazma musí být velmi rychle po odběru oddělena od ostatních složek krve, nebo je oddělována přímo během odběru, tento způsob se nazývá plazmaferéza. Ihned po odběru se plazma musí zmrazit na teplotu minimálně -25°C nebo nižší. V ČR je plazma ukládána do karanténních skladů a uvolněna k použití až poté, co je ověřen zdravotní stav dárce nejméně s šesti měsíčním odstupem. Pokud plazma nejde do karantény, je použita k výrobě. Ve zmraženém stavu může být plazma skladována až 3 roky.

#### **2.6.4 Krevní deriváty**

Jedná se o léky vyrobené z plazmy, kdy se v průběhu výroby z plazmy oddělují jednotlivé bílkoviny, které jsou zbaveny nežádoucích příměsí a podrobeny protiinfekčnímu ošetření. [5]

Plazma odebraná v České republice je zpracovávána zahraničními zpracovateli (v případě krevního centra FNO se jedná o firmy Baxter a Grifols) a potřebné léky se ze zahraničí vracejí zpět do ČR.



## 3 RFID technologie

Radiofrekvenční identifikace (Radio Frequency Identification-RFID) je technologie založená na bezkontaktním způsobu snímání. Bezkontaktní čipy, tzv. tagy, umožňují jednoznačnou identifikaci výrobku či zboží bez nutnosti vizuálního kontaktu snímače a tagu. Právě výhoda nepřímého kontaktu předurčuje tuto technologii k všestrannému využití a to i v extrémně náročných podmínkách.

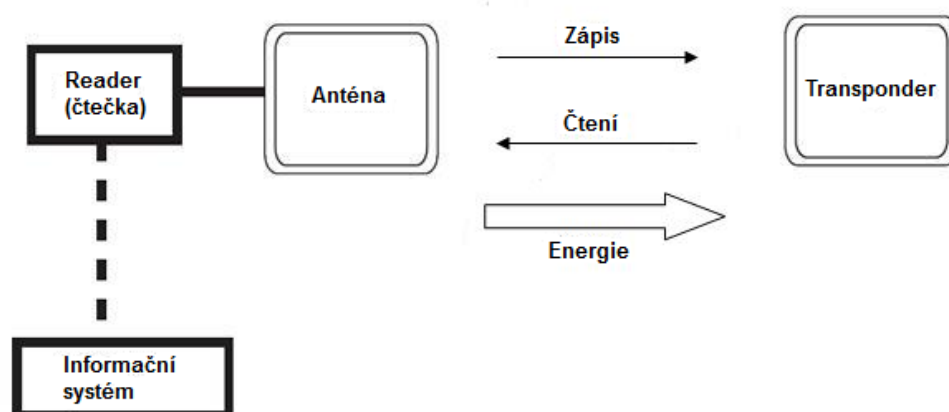
Systém RFID klade důraz na co nejrychlejší a nejpřesnější zpracování informací a bezesporu je velkou výhodou okamžitý přenos načtených dat a jejich následné zpracování, vše probíhá v reálném čase. [10]

### 3.1 Funkce RFID

Mezi základní komponenty pro ukládání a přenos dat patří RFID čip, EPC kód, RFID čtečka a softwarové vybavení.

- RFID čip (tag) je umístěn na podložce (např. samolepící fólie, plastové či skleněné pouzdro) a spojen se spirálovou anténou pomocí níž komunikuje s RFID čtečkou.
- EPC kód (Electronic Product Code) jednoznačně identifikuje každý jeden RFID čip, respektive produkt, na který je čip přidělen; jedná se o 96 bitové unikátní číslo.
- RFID čtečka (reader) je vlastní snímač s anténou, přes kterou probíhá komunikace s čipy a která čte uložený EPC kód.
- Softwarové vybavení (middleware) překládá a filtruje data pro použití v daném informačním systému. [11]

Komunikace mezi tagem a readrem probíhá tak, že z antény readru je vyslán rádiový signál směrem k rádiovému transponderu (tag s anténou), který po zachycení signálu vyšle zpět specifický kód (EPC kód, data) původnímu vysílači (readru), který se pro tuto chvíli stal přijímačem. Reader, RFID čtečka, získaná data pošle buď přímo počítači, nebo si je uloží pro další zpracování. [12]



Obr.1 Komunikace mezi tagem a readrem

### 3.1.1 Druhy RFID transponderů a jejich funkčnost

Podle zdroje napájení rozlišujeme RFID čipy na pasivní a aktivní.

- Pasivní RFID čipy jsou napájeny z energie vysílaných rádiových vln. Princip je takový, že RFID čtečka (reader) periodicky vysílá do okolí elektromagnetické pulzy a pokud se v blízkosti vyskytne pasivní RFID čip, využije přijímanou energii k nabití svého napájecího kondenzátoru a odešle odpověď ve formě EPC kódu. Pasivní tagy mohou navíc disponovat dodatečnou pamětí, do které lze zapisovat a číst další informace.
- Aktivní RFID čipy jsou navíc vybaveny zdrojem napájení a jsou schopny samy vysílat svou identifikaci. Výhodou je větší čtecí dosah i možnosti doplnění funkcionality o integrovaný senzor nárazu, tlaku, teploty atd., ovšem nevýhodou aktivních tagů je vyšší cena a omezená životnost.
- Semiaktivní RFID čipy mají baterii, která slouží k posílení dosahu.

RFID čipy jsou k dispozici ve variantách pro čtení nebo pro čtení a zápis.

- Read only (R-O; pouze pro čtení) je napevno naprogramovaná paměť tagu přímo výrobcem.
- Write once read many (WORM) je čip, na který lze data zapsat pouze jednou, dále slouží jen pro čtení.
- Read-write (R-W) je přepisovatelný tag.

Další podstatnou vlastností je operační frekvence RFID čipu. Platí, že čím je operační frekvence vyšší, tím je větší čtecí vzdálenost.

- Nízkofrekvenční tagy s frekvencí 125kHz a čtecí vzdáleností 10cm.
- Vysokofrekvenční tagy mají frekvenci 13,56MHz a čtecí vzdálenost do 1m.
- Ultravysokofrekvenční tagy používají frekvenci od 433-915MHz a 2,45GHz; čtecí vzdálenost mezi čtečkou a tagem může být až 10m. [12]

## 3.2 Typy RFID čipů a čteček

Samozřejmostí RFID tagů je jejich flexibilita. Podle toho, v jakém prostředí jsou tagy využívány, je přizpůsobena jejich velikost, ale i výkon. Stejně vlastnosti platí i pro čtecí zařízení RFID.

### 3.2.1 RFID čipy

Samotný nosič RFID tagu může mít různé podoby. Od přívěsku na klíče, plastové karty, šrouby, krabičky, náramky až po samolepky. RFID čipy mohou být jednoduše připevněny na produkt pomocí lepicí hmoty z druhé strany, ale bývají rovněž zabudované a to tak, že jsou zapouzdřené do speciálních obalů. Obaly mohou být plastové, gumové nebo z jiných materiálů. Vzhled a velikost tagů je přizpůsobena potřebám zákazníka.

Specifickým typem RFID čipů jsou samolepky, nazývané chytré etikety – smartlabel. Jedná se o papírovou samolepící etiketu se zabudovaným RFID tagem, tzv. inlay. Smartlabely je možno vyrábět za pomoci speciálních tiskáren, které dokáží samotnou etiketu nejen potisknout, ale i zakódovat potřebné informace do RFID tagu v jednom kroku. Každou etiketu je tedy možno naprogramovat jedinečným číslem nebo potisknout trvalým termotranserovým tiskem. Výhodou chytré etikety bezesporu je, že informaci uloženou v paměti tagu je možné vytisknout v textové podobě nebo v čárovém kódu. [14]



Obr. 2 Chytrá etiketa – smartlabel [18]

### 3.2.2 RFID čtečky

RFID reader působí jako prostředník mezi RFID tagem a řídicím počítačem. Má za úkol dodávat pasivním tagům potřebnou energii, číst údaje uložené v tagu a případně data do tagu zapisovat, přenášet data z a do řídicího počítače. Složitější čtečky zajišťují antikolizní funkci, aby bylo možno číst/zapisovat více tagů najednou.

RFID čtečky lze rozdělit do dvou základních skupin, stacionární a mobilní čtečky. Další skupinou by se daly nazvat RFID brány, které jsou spíše speciálním typem stacionárních čteček.

- Stacionární čtečky bývají většinou nepřenosné, vestavěné a mají externí anténu. Pro zajištění lepšího pokrytí čtecího signálu je možno ke stacionární čtečce připojit více antén najednou.

Často se používají zabudované ve čtecích branách, tyto brány bývají umístěny například při vstupu do skladu či pracoviště.

- Mobilní čtečky se vyrábí jako zařízení pro držení v ruce. Mohou být použity s kabelem, nebo jako bezdrátové s využitím připojení wi-fi. Ruční RFID čtečky mohou být i tzv. hybridní, což znamená, že kombinují čtení jak RFID tagů, tak čárových kódů. [15]



Obr.3 Příklad mobilní čtečky (zleva) a stacionární čtečky – RFID brány [19]

### 3.3 Srovnání RFID čipů s čárovými kódy

RFID technologii nelze považovat za bezchybnou. Pomocí RFID nebudeme moci číst skrz kovové materiály a dokonce může být problematické jen snímání tagů umístěných na kovových výrobcích. To vše kvůli fyzikální podstatě radiofrekvenční identifikace, kdy dochází k interferenci v přítomnosti kovových částí nebo existenci elektromagnetického pole. Problémy se také vyskytují v blízkosti kapalin. Interferenci, rušení, lze vyřešit vhodným umístěním čipů.

Zcela jiný problém může nastat v případě snímání tagů více čtečkami najednou, může dojít ke kolizi čteček tím, že jsou signály čteček navzájem rušeny. Problém je řešitelný takovým způsobem, že čtečky přistupují se čtením dat v jiný okamžik. Aby nedošlo k načtení jednoho tagu více čtečkami, musí být čtečky v té jedné lokalizaci, mezi s sebou kongigurovány. [16]

Co se týká přímého porovnání RFID tagů a čárových kódů, každá z technologií má své výhody a nevýhody. Oproti čárovým kódům mají RFID tagy několik zásadních výhod:

- RFID tag nemusí mít přímou viditelnost s RFID čtečkou, tzn. nemusí být umístěn na viditelném místě pro čtecí zařízení a díky tomu není vystaven vlivům poškození. Tagy lze umístit do výrobku, tudíž nejsou vystaveny vnějším vlivům. Tímto jsou RFID čipy několikanásobně odolnější oproti štítkům s čárovým kódem.
- Díky RFID čipům lze načíst, pomocí čteček, najednou velké množství výrobků na větší vzdálenost. V případě čárových kódů je nutno načíst každý výrobek s kódem zvlášť, což za použití RFID technologie odpadá. Navíc čtecí vzdálenost v případě RFID tagů může být až 15 metrů.
- Obrovskou výhodou RFID čipů je možnost zápisu či změny informací přímo do RFID tagu na výrobku, tím je zajištěna přehlednost o celém „životním cyklu“ produktu.

Jednou z nevýhod RFID technologie jsou vysoké výrobní náklady, tedy vysoká cena RFID čipů oproti čárovým kódům. [17]

## 4 Prostředky pro analýzu krevního centra

Jak již ze zadání práce vyplývá, budeme se v projektu zabývat procesní a datovou analýzou subsystému odběrů krve a krevních složek dárcovské části krevního centra. Pro zachycení toků procesů, dat a nakonec výsledků těchto analýz bude třeba použít vhodných prostředků.

Využijeme tedy moderního analyticko-návrhového modelovacího jazyka UML (Unified Modeling language).

Analýza je součástí životního cyklu informačního systému. Umožňuje získat všechny požadavky na systém a jejich popis. Cílem je získat přehled o tom co od systému očekáváme, získat tedy jak celkový, tak podrobnější pohled na systém. Popisuje různými pohledy co má systém dělat.

Procesní analýza pohlíží na instituci jako na celek, který je rozložen na jednotlivé vzájemně propojené procesy a dále na procesní kroky. Modelování procesů a jejich informačních vazeb je základem procesního řízení jakékoliv organizace. Jedná se o nutnou podmínku pro úspěšné, efektivní a optimalizované nasazení nových technologií. Cílem procesní analýzy je identifikovat a popsat všechny důležité části vybraných procesů a vazeb mezi nimi.

Rovněž důležitým prostředkem je datová analýza, která je po procesní analýze druhým základním kamenem objektového modelování pro efektivní nasazení nových informačních technologií. Cílem datové analýzy je logický popis datových entit, který slouží k tvorbě fyzického databázového modelu. [20]

### 4.1 Modelovací jazyk UML

Modelovací jazyk UML je souhrnem grafických zobrazení k vyjádření analytických a návrhových modelů. Jazyk UML umožňuje zachytit, modelovat, jednoduché i složitější aplikace pomocí stejné formální syntaxe. [21]

Rozlišujeme diagramy struktur a diagramy chování, které se dále dělí na další typy diagramů.

Diagramy struktur se používají pro modelování „věcí“, které tvoří model, což jsou třídy, objekty, rozhraní a fyzické komponenty. Rovněž jsou používány pro modelování vztahů a závislostí mezi jednotlivými prvky modelu.

- Diagram tříd
- Diagram komponent
- Diagramy objektů

- Diagramy balíčků
- Diagram nasazení
- Diagram složených struktur

Diagramy chování modelují chování, různost interakcí a okamžité stavy uvnitř modelu tak, jak se vyvíjejí v čase.

- Diagramy případu užití
- Diagramy aktivit
- Diagramy stavových přechodů
- Sekvenční diagramy
- Časovací diagramy
- Komunikační diagramy
- Diagramy přehledu interakcí [22]

Pro zachycení analýzy krevního centra, v této práci, využijeme diagramů aktivit a diagramu tříd.

Všechny diagramy budeme vytvářet v programu Enterprise Architect - UML CASE Tool.

#### **4.1.1 Diagram aktivit – ACTIVITY DIAGRAM**

Jedná se o diagram popisující chování, diagram činností (activity diagram). Obsahuje tok aktivitami, které jsou potřebné k dosažení požadovaného výsledku.

Diagramy aktivit modelují procesy jako kolekce aktivit a přechodů mezi nimi. Ovšem diagramy by měly být dostatečně přehledné. Používáme je pro zobrazení posloupnosti činností (aktivit). Diagramy aktivit ukazují tok akcí (workflow) od startovního bodu ke koncovému bodu, přičemž zpochybňují řadu rozhodovacích cest, které existují při postupu mezi jednotlivými událostmi vznikajícími při provádění činnosti. Mohou být použity pro detailní popis situací, v nichž může dojít k paralelnímu zpracování, které se může vyskytnout při zpracování některých aktivit.

Aktivity diagramy jsou užitečné pro Business Modelling, kde jsou používány pro detailní znázornění procesů, angažovaných v obchodních aktivitách. [21]

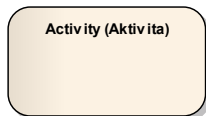
##### **4.1.1.1 Prvky aktivity diagramu**

AKCE je nejjednodušší dále nedělitelný prvek chování.



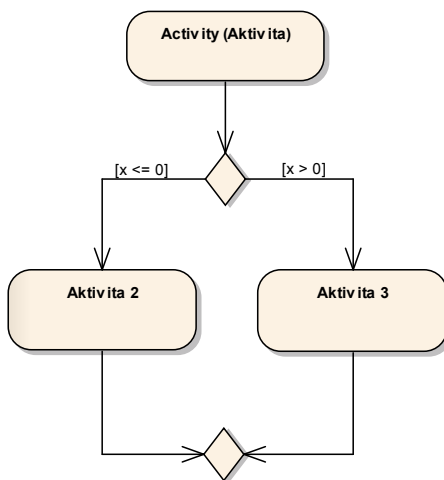
Obr. 2 Akce [23]

AKTIVITOU nazýváme prvek představující dílčí chování. Může představovat několik akcí nebo podřazené aktivity.



Obr. 3 Aktivita [23]

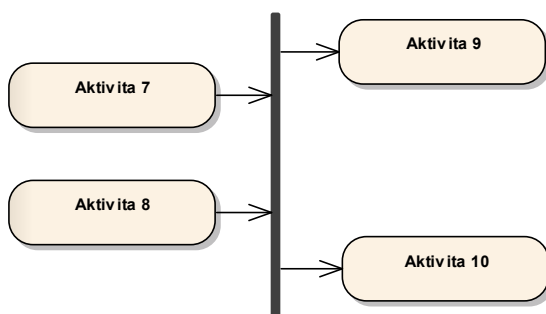
Rozhodnutí DECISION umožňuje rozvětvení toku do jedné z několika větví v závislosti na podmínce. Větev, která splňuje podmínku, převezme řídicí tok, tím bude vykonána.



Obr. 4 Decision a merge [23]

Spojení MERGE opět spojí rozvětvený tok do jednoho.

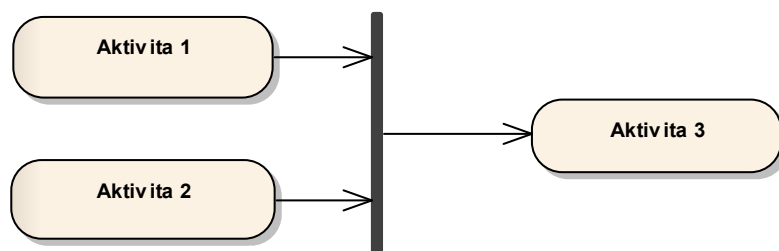
Rozvětvení FORK rozvětví tok do dvou a více větví zpracovávaných současně (paralelně).



Obr. 5 Fork [23]



Sjednocení JOIN spojí několik větší současně probíhajícího děje do jednoho.



Obr. 6 Join [23]

Události, EVENT:

INITIAL označuje začátek toku, tedy vyvolání aktivity.

FINAL značí ukončení činnosti aktivity, veškeré činnosti uvnitř aktivity jsou přerušeny.

FINAL FLOW je konec toku, není ukončena celá aktivita, ale pouze aktuální tok.

Vzájemné vztahy, RELACE:

CONTROL FLOW neboli řídicí toky, řídí tok ze zdrojového do koncového uzlu.

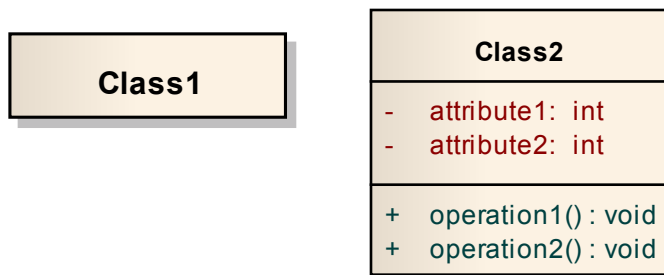
OBJECT FLOW spojuje dva elementy se specifickým zpracováním dat. [23]

#### 4.1.2 Diagramy případu tříd – CLASS DIAGRAM

Diagram tříd řadíme mezi diagramy struktur, popisuje strukturu systému. Zobrazuje statický pohled na systém, tedy na třídy (class) jako typy objektů, obsahy tříd a statické vztahy, které mezi nimi existují. Také může obsahovat elementy chování, např. operace, ale jejich dynamika je vyjádřena jinými diagramy (př. stavovým diagramem, diagramem komunikací).

##### 4.1.2.1 Prvky diagramu tříd

CLASS (TŘÍDA) je předpis popisující typy objektů v systému. Obsahuje jméno třídy, atributy, případně operace.



Obr. 7 Třída, název třídy, atributy, operace [23]

ATRIBUTY popisují vlastnosti třídy, včetně typu ( int, char, string...).

OPERACE popisují chování třídy včetně typu (void, return...).

RELACE vyjadřuje vazbu mezi třídami:

ASOCIACE je vztah mezi třídami.

---

Obr. 8 Asociace [23]

AGREGACE je vlastností asociace, vztah typu celek – komponenta.

KOMPOZICE, vlastnost asociace, popisuje vztah typu celek – komponenta. Pevnější vztah než agregace, komponenta nemůže existovat bez celku.

## 5 Analýza krevního centra pomocí modelovacího jazyka UML

Krevní centrum FN Ostrava patří mezi jedno z největších zařízení transfúzního lékařství, transfúzních služeb v České Republice.

S využitím prvků popsaných v předchozí kapitole vytvoříme v programu Enterprise Architect diagramy zachycující chod krevního centra. Se zaměřením zvláště na úsek předodběru, vyšetřovny lékaře, předboxu a samotného odběru. (příloha I)

### 5.1 Předodběr – hematologická laboratoř

Dárce vyplnil dotazník, vzal si číslo u vyvolávacího zařízení a byl zaevidován na evidenci, kde mu přidělili sérii čárových kódů – jedinečná čísla označující druh odběru, číslo odběru a která celkově „určují“ ten jeden odběr od konkrétního dárce. Pracovnice evidence dárce změřily teplotu, tlak, případně jej zvažily, a pohledem posoudily, zda je dárce schopen odběru, zda např. není opilý či nevykazuje známky nemoci. Konkrétnější posouzení provádí lékař, i podle výsledků předodběru.

Dárce čeká v čekárně, dokud na vyvolávacím zařízení není jeho číslo, poté se přesune do hematologické laboratoře, kde mu provedou předodběr. Předodběr se musí provádět před každým odběrem, poté se dělá vyšetření vzorku krve, dle výsledků je rozhodnuto, zda bude dárce odebrána krev, případně plazma.

Důležitým krokem při předodběru je, že sestra musí na odebranou zkumavku nalepit čárový kód přidělený dárce – odběrové číslo! Sanitář odnese dárcevu kartu do výtahu, kterým je poslána do vyšetřovny lékaře. (příloha II)

### 5.2 Vyšetřovna lékaře

Do vyšetřovny lékaře je dárce vyzván rovněž vyvolávacím zařízením, má stále stejné číslo jako na začátku. Sanitář lékaři přinese dárcevu kartu. Lékař zkontroluje dotazník vyplněný dárce, dotazník je rovněž označen čárovým kódem přiděleným dárce. V počítači lékař zkontroluje výsledky vyšetřené vzorku krve z hematologické laboratoře, dále zkontroluje zdravotní stav dárce a výsledky z předchozích odběrů, rovněž určí množství odebrané krve či plazmy. Pokud je vše v pořádku, dárce je poslán zpět do čekárny, kde čeká na vyzvání k samotnému odběru. Když výsledky vzorku krve nejsou dobré, je dárce poslán zpátky na evidenci a domů. (příloha III)

### 5.3 Předbox

Dárce prošel vyšetřením lékaře, a je vyzván opět vyvolávacím zařízením, jeho karta se zbývajících čárovými kódy je sanitářem předána do oddělení předboxu. Zde sestra chystá krevní vaky pro samotný odběr. Vaky musí být řádně označeny! Čárové kódy se lepí na vak – odběrové čísla, ale také na hadičky vedoucí k vaku. Označit se rovněž musí, pro kterou firmu

bude odebraná krev určena, na evidenci pracovnice určují, zda jde do firmy Baxter či Grifols, každá firma má své konkrétní požadavky.

Sestra musí do počítače, do karty dárce, zapsat čísla šarže daného vaku!

V předboxu dárce dostává rychlý a poslední dotazník, na který se rovněž lepí čárový kód, a který se rovněž archivuje. (příloha IV)

## 5.4 Odběr

V úseku odběru musí sestra nejprve zkontrolovat údaje zadané do PC v předboxu, tj. načte čárový kód (představující číslo odběru), zkontroluje typ vaku a firmu, pro kterou je odběr určen, kvůli typu zkumavek, také kontroluje množství odebírané krve.

Hlasem je dárce vyzván k odběru, zde se číslo z vyvolávacího zařízení kontroluje pouze v PC a zrakem. Přechází se k samotnému odběru. Nejprve jsou odebrány zkušební zkumavky, které se také označují čárovým kódem, poté je zahájen odběr krve do krevního vaku. Důležitým prvkem zde je váha, která kontroluje množství odebrané krve, dobu odběru a posílá data do počítače. Aby váha pracovala, musí se jí zadat typ odběru a kód čísla odběru.

Po ukončení odběru, který ohlásí váha, ovšem sestra dárce neustále kontroluje, je důležité správné načtení čárových kódů jak obsluhy, sestry, tak kódů z vaku. Celkem musí sestra třikrát „sejmout“:

- Načtení čárového kódu, který představuje ukončení odběru- jsou dvě možnosti, a to OK a NS. OK jako správně dokončený odběr a NS jako nestandartní odběr, např. nebylo odebráno správné množství, odběr nebyl z nějakého důvodu ukončen atd.
- Načtení kódu obsluhy, každý pracovník krevního centra FNO má svou kartu s přiděleným kódem.
- Načtení čísla odběru z vaku.

Po odběru jsou do počítače ukládána data z vah - délka odběru, množství, číslo váhy, číslo pracovníka a číslo odběru, dalším důležitým údajem je, zda byl odběr dokončen nebo ne.

Označené krevní vaky jsou shromažďovány a poté odvezeny do výroby, kde jsou dále zpracovány. (příloha V)

## 6 Navržení provozu s využitím RFID technologie

V této kapitole se zaměříme na to, jak by vypadal chod krevního centra FNO, pokud by se do provozu zavedla technologie RFID.

Jednou z největších změn je, že dárce má svou vlastní kartu s RFID čipem – ID karta dárce. Přes tuto kartu budou do databáze IS zaznamenány veškeré údaje o dárce: jméno a příjmení, fotka dárce, adresa, krevní skupina a všechny informace o předchozích odběrech. Dárce již dotazník nevyplňuje ručně, ale na terminálech, které jsou umístěny v příchozí hale a do kterých se přihlásí svou vlastní ID kartou. Po vyplnění dotazníku je tento ihned zpracován systémem a přidělen ke kartě dárce (v databázi). Dárce si na terminálu rovněž vytiskne pořadové číslo, které je taktéž přiděleno ke kartě. Po vyzvání přichází dárce na evidenci, kde pracovníce RFID čtečkou načtou jeho kartu, v systému zkontrolují údaje o dárce, zda vyplnil dotazník, a vyzvou jej, aby si sedl do haly a počkal na vyzvání vyvolávacím zařízením k předodběru. Úsek evidence projde značnými změnami, nebude již třeba, aby v tomto úseku pracovalo tolik zaměstnanců jako doposud. Evidence s využitím RFID technologie bude převážně sloužit k vyřizování ID karet novým dárce, kontrole údajů stávajících dárce a ke zvaní dárce k odběru. Zdravotní údaje o dárce bude zajišťovat přímo vyšetřující lékař.

Pracovníci krevního centra FNO rovněž mají kartu s RFID čipem – ID karta zaměstnance.

### 6.1 Úsek předodběru s použitím RFID

Dárce je vyvolávacím zařízením vyzván do hematologické laboratoře k předodběru. Po příchodu do místnosti pracovníce načte jeho ID kartu, ověří si pořadové číslo a připraví dárce k odběru. Po odběru vzorku krve dárce odchází do občerstvení, kde vyčká na vyšetření lékařem.

Pracovníce zkumavku s odebranou krví označí chytrou etiketou s RFID čipem – smart label. Tuto si vytiskne na speciální tiskárně, která bude umístěna přímo v místnosti. Číslo smart label (ID číslo krevního vzorku-zkumavky) v systému přiřadí ke kartě dárce, rovněž přiřadí své osobní číslo (ID číslo zaměstnance), aby byla zajištěna kontrola, kdo, kdy a kde se vzorkem pracoval.

Po vyšetření vzorku jsou data opět uložena do počítače, tudíž veškeré informace jsou již načteny v systému a připraveny pro vyšetřujícího lékaře. Odpadá tudíž odnášení karet dárce do výtahu! (příloha VI)

### 6.2 Úsek vyšetřovny lékaře s použitím RFID

Dárce je vyvolávacím zařízením vyzván do vyšetřovny lékaře. Zde se opět prokáže svou ID kartou dárce. Vyšetřujícímu lékaři se v počítači zobrazí veškeré údaje o dárce – jednak výsledky, informace o minulých odběrech, jednak výsledky aktuálního předodběru a také dárce vyplněný dotazník.

Jak již bylo zmíněno, vyšetřující lékař sám zaznamenává zdravotní údaje o dárci – změří mu teplotu, tlak, zváží (podle váhy určí množství odebrané krve či plazmy) a posoudí jeho zdravotní stav. Rovněž posoudí výsledky předodběru a určí, pro kterou firmu bude krev zpracována (Baxter či Grifols). Veškerá data zapisuje do systému, ke kartě dárce. V systému se prokazuje svou ID kartou zaměstnance, tudíž je zajištěna informace, který lékař dárce vyšetřoval a kdy.

Pokud je vše v pořádku, dárce opět odchází do čekárny, kde čeká na vyzvání vyvolávacím zařízením k samotnému odběru. Opět odpadá přenášení karty dárce sanitářem, veškeré informace jsou přímo zaznamenány v systému pro další použití. (příloha VII)

### **6.3 Úsek předboxu s použitím RFID**

Dárce je vyzván vyvolávacím zařízením do úseku předboxu. Své osobní věci (např. kabelku, peněženku, klíče ...) si může odložit do skříňek, jejichž systém opět využívá technologie RFID. Dárce k volné vybrané skříňce přiloží svou ID kartu dárce, tím se do skříňky zapíše ID číslo dárce, nyní si do skříňky může vložit své osobní věci, po zabouchnutí skříňky je tato uzamčena. Pro otevření skříňky je nutno přiložit ID kartu dárce. Jakmile se skříňka otevře, automaticky se vymaže předtím uložené ID číslo konkrétního dárce a je možno skříňku znovu použít dalším dárce. Doposud jsou tyto skříňky klasicky na klíč.

Nyní již sestra nemusí označovat krevní vaky a hadičky čárovými kódy. Krevní konzervy budou již od výrobce dodávány se zabudovanými RFID tagy, které budou obsahovat informace o typu vaku, výrobci, šarži apod. Sestra pouze označí, pro kterou firmu je krevní konzerva určena, zda Grifols či Baxter, což zjistí z karty dárce v IS.

Když přichází dárce, prokáže se svou ID kartou dárce, sestra poté načte krevní vak, jehož RFID tag se specifickým číslem se v systému přiřadí ke kartě dárce, zároveň se zapíše v databázi krevní konzervy ID číslo dárce. Sestra se rovněž identifikuje, svou ID kartou zaměstnance, a její číslo se přiřadí jak ke kartě dárce, tak ke krevní konzervě (v databázi). Tím je zajištěno, kdo, kdy a kde s konzervou manipuloval. (příloha VIII)

### **6.4 Úsek odběru s použitím RFID**

Největší změnou v tomto úseku je, že zde bude při vstupu do místnosti zabudována RFID brána, díky ní bude možno zaznamenat přesný počet odebraných krevních konzerv, které opouštějí místnost. Jejich záznam bude moci být proveden najednou, díky výhodám technologie RFID zmíněných v kapitole 3. Rovněž bude zaznamenáno, v kolik hodin a kým tyto konzervy byly odvezeny z místnosti odběru, a tím bude možno dohledat, za jak dlouho byly dovezeny do úseku výroby, kde rovněž budou zabudovány RFID brány.

Kontrola údajů bude probíhat podobně, jako je tomu doposud, s tím rozdílem, že sestra bude kontrolovat údaje načtené z tagu krevní konzervy s údaji uloženými v databázi karty dárce. Když je dárce vyzván přímo k odběru, prokáže se přiložením své ID karty dárce k RFID čtečce. Sestra jej klasicky přichystá k odběru. Opět se před samotným odběrem odebírají zkušební zkumavky, ovšem tyto již nejsou označovány čárovými kódy, ale jsou označeny chytrou etiketou smartlabel podobně, jako je tomu v úseku předodběru. Čtečkou jsou do databáze

přiřazeny tagy k sobě, tzn. spárování tagu dárce z jeho RFID karty s tagem na zkumavce. Dále se pokračuje samotným odběrem. Odběrová váha je také označena RFID čipem a čtečkou, přiložením konzervy se načte tag z konzervy, do databáze se přiřadí specifické číslo váhy, po skončení odběru se do databáze načtou údaje o proběhlém odběru-délka odběru, množství odebrané krve či plazmy. Zároveň se čtečkou z váhy zaznamenávají údaje z ID karty dárce a zaměstnance, vše je přeneseno do systému a po následném načtení karty dárce se v systému zobrazí, kdo, kdy odběr provedl, na jaké váze byl odběr prováděn, množství odebrané krve/plazmy, jak dlouho odběr trval a zda byl dokončen v pořádku.

Po skončení odběru si dárce vezme své věci ze skříňky a odchází domů. Odebrané krevní vaky jsou opět shromažďovány a odvezeny do úseku výroby. Jejich opuštění odběrové místnosti zaznamenává RFID brána, jak již bylo zmíněno výše. (příloha IX)

## 7 Zpracování dat

Pro efektivní zavedení technologie RFID bude nutno vytvořit již zmíněné identifikační karty s RFID tagem – ID karty dárců a ID karty zaměstnanců. Skrze tyto karty bude možno zapisovat důležitá data přímo do systému. Rovněž budou podstatná data zapisována přímo do tagů umístěných na zkumavkách a krevních vacích.

Aby bylo možno efektivně využít technologie RFID, a abychom byli konkrétní, do tagů jak na ID kartách, tak na krevních vacích a zkumavkách, budou zapsána pouze nejnutnější data. Jednak proto, aby nemohlo dojít ke zneužití údajů, ale převážně proto, aby byla zachována rychlost čtení dat, protože čím více dat je zapsáno přímo v tagu, tím pomaleji jsme schopni data z tagu přečíst, a dokonce může nastat situace, kdy data kvůli jejich počtu není možno přečíst vůbec.

Samotný tag, ať už v ID kartě nebo na krevní konzervě či zkumavce, bude obsahovat specifické číslo tagu (EPC kód), které je jedinečné pro každý tag na světě. Tyto specifická čísla budou dále nazývána jako ID číslo.

Samozřejmostí je vytvoření informačního systému, který bude kompatibilní s technologií RFID, to znamená, že budeme schopni po načtení tagu, tedy jeho ID čísla, vyhledat data přiřazená právě k tomuto tagu pomocí databáze. Přiřazování dat k jednotlivým tagům bude probíhat zkrze zmíněný IS.

Následující tabulky zobrazují data, která bude možno zobrazit v databázi, případně zadávat a měnit, právě po načtení jednotlivých tagů.

ID karta dárce	
ID číslo dárce	Krevní skupina, RH faktor
Fotka	Datum posledního odběru/kým byl proveden (ID číslo zaměstnance)
Jméno	Druh odběru
Příjmení	Množství odebrané krve/plazmy
Datum narození	Odběr z levé/pravé ruky
Rodné číslo	Správné dokončení odběru/nedokončení
Adresa	Důvod nedokončení odběru

Tab. 3 Data uložená v ID kartě dárce

ID karta zaměstnance	
ID číslo zaměstnance	Datum narození
Fotka	Rodné číslo
Jméno	Oddělení
Příjmení	Pracovní pozice

Tab. 4 Data uložená v ID kartě zaměstnance



RFID tag krevní konzervy	
ID číslo konzervy	Krevní skupina
ID číslo dárce	RH faktor
ID číslo zaměstnance	Datum odběru
Typ vaku	Typ odběru
Šarže vaku	Přístroj, na kterém byl odběr proveden

Tab. 5 Data uložená v tagu krevní konzervy

RFID tag krevního vzorku	
ID číslo zkumavky	Krevní skupina
ID číslo dárce	RH faktor
ID číslo zaměstnance	Datum odběru

Tab. 6 Data uložená v tagu krevního vzorku (zkumavky)

V jazyce UML byly vytvořeny diagramy modelování dat pro zobrazení vzájemného propojení údajů zapsaných v RFID čípech. Diagramy modelování dat jsou rozšířené diagramy tříd sloužící k zachycení struktur relačních databází. (příloha X)

Dále byl proveden návrh datových typů jednotlivých údajů zobrazujících se v databázi:

ID karta dárce	
ID číslo dárce - INT	Krevní skupina, RH faktor - STRING
Fotka – STRING (odkaz k uložení fotky)	Datum posledního odběru/kým byl proveden (ID číslo zaměstnance) – INT
Jméno - STRING	Druh odběru - STRING
Příjmení - STRING	Množství odebrané krve/plazmy (ml) - INT
Datum narození - INT	Odběr z levé/pravé ruky - STRING
Rodné číslo - INT	Správné dokončení odběru/nedokončení - STRING
Adresa - STRING	Důvod nedokončení odběru - STRING

Tab. 7 Datové typy ID karty dárce

ID karta zaměstnance	
ID číslo zaměstnance – INT	Datum narození – INT
Fotka - STRING (odkaz k uložení fotky)	Rodné číslo – INT
Jméno – STRING	Oddělení – STRING
Příjmení - STRING	Pracovní pozice - STRING

Tab. 8 Datové typy ID karty zaměstnance

<b>RFID tag krevní konzervy</b>	
ID číslo konzervy – INT	Krevní skupina – STRING
ID číslo dárce – INT	RH faktor - STRING
ID číslo zaměstnance - INT	Datum odběru – INT
Typ vaku – INT (STRING)	Typ odběru - STRING
Šarže vaku – INT (STRING)	Přístroj, na kterém byl odběr proveden - STRING

Tab. 9 Datové typy tagu krevní konzervy

<b>RFID tag krevního vzorku</b>	
ID číslo zkumavky – INT	Krevní skupina - STRING
ID číslo dárce – INT	RH faktor – STRING
ID číslo zaměstnance - INT	Datum odběru - INT

Tab. 10 Datové typy tagu krevního vzorku (zkumavky)

## 8 Varianty čteček a RFID tagů

Pro účely krevního centra FNO je důležité vybrat vhodný typ RFID tagů a RFID čteček. Nejpodstatnějším je zvolit systémy RFID pracující na vhodné frekvenci, aby nedocházelo k znehodnocování biologického materiálu (odebraných krevních vzorků, plazmy, krevních destiček, apod.). Z tohoto hlediska je podle studií nejvhodnější použít RFID tagy pracující na frekvenci 13,56MHz.

### 8.1 Vhodné RFID tagy

Tagy s frekvencí 13,56MHz řadíme mezi vysokofrekvenční (HF) se čtecí vzdáleností do 1m. Studie dopadu HF signálu neprokázala žádné zvýšení teploty ani vliv na buněčnou strukturu nebo proteiny v krvi. Zato u ultravysokofrekvenčních tagů (UHF, 865-930MHz) hrozí rozrušení molekul vody v krvi, což by mohlo vést k zvýšení teploty a následnému poškození krevních produktů.

Tedy pro označování krevních konzerv a krevních vzorků (zkumavek) je potřeba zvolit tagy s frekvencí 13,56MHz, což ovšem může přinést problémy, pokud by v úseku odběru byly zavedeny RFID brány. Čtecí vzdálenost těchto tagů je totiž maximálně do 1m.

Pro tagy, které jsou umístěny v ID kartách, nejsou kladeny význačné podmínky. Obecně se pro výrobu takovýchto karet používají HF tagy, tedy tagy s krátkou čtecí vzdáleností. ID karta se přikládá k blízkosti čtečky, tudíž není potřeba delší čtecí vzdálenosti.

Co se týče typu tagů, z hlediska financí jsou výhodnější pasivní tagy, ovšem aktivní tagy dokáží zaznamenat okolní teplotu, vlhkost, což je velice cenná informace při manipulaci s krevními konzervami. Bohužel tyto tagy jsou velice finančně náročné, možným řešením by bylo umístění aktivního tagu např. do boxu, ve kterém se krevní konzervy převážejí.

Pro zápis dat jsou dostačující WORM čipy (Write Once Read Many), na které lze data zapsat pouze jednou, poté slouží jen pro čtení. Dále není potřeba velké paměti, jelikož tagy budou obsahovat pouze nezbytné informace, tj. specifické číslo (ID číslo tagu), a např. jméno, příjmení, možné je i foto.

## 8.2 Vhodné RFID čtečky

Nejvíce používanými typy čteček v KC FN Ostrava budou ruční (stolní) čtečky. Tyto čtečky jsou cenově dostupné, malé a pro potřeby krevního centra dostačující. Jejich výhodou je spolehlivá identifikace, rychlý provoz, možnost čtení i zápisu.



Obr. 9 Ukázka stolní čtečky, typ GBCU 511 [25]

Další variantou mohou být RFID brány. Vhodný typ RFID bran je nyní těžké vybrat, jelikož před nainstalováním bran bude třeba provést přesné měření a ujištění, zda je brány možno použít kvůli již zmíněné frekvenci 13,56MHz. Aby bylo možné výhody RFID bran plně využívat, používají se v provozech UHF tagy, s nimi UHF čtečky a antény.

Vhodné budou rovněž mobilní čtečky, které budou využity převážně při práci ve skladu.

## 9 Závěr

Pro zachycení procesní a datové analýzy dárcovské části krevního centra FN Ostrava je textový popis, zejména pro nezasvěcenou osobu, poměrně nedostačující, proto byly v programu Enterprise Architect - UML CASE Tool vytvořeny UML diagramy, které přehledněji zachytí průběh jednotlivých procesů.

Zavedení RFID technologie do provozu krevního centra FN Ostrava by bezesporu bylo velkým přínosem. Došlo by tím k efektivnějšímu provozu krevního centra, díky RFID tagům by byl zajištěn větší přehled např. o tom, kdy a komu byla krevní konzerva odebrána, kdo ji odebral, jak dlouho trval převoz z jednoho úseku do druhého apod.

Díky zavedení RFID technologie do subsystému odběrů krve a krevních složek (úseků předodběru, vyšetřovny lékaře, předboxu, odběru), dojde v těchto částech k význačným změnám, např.:

- Konec přenášení karet dárce z jednoho úseku do druhého - veškerá data budou okamžitě k použití v IS.
- Díky tomu, že všechna data bude možno získávat ihned z databáze IS, dojde k zrychlení procesu.
- Větší přesnost a přehlednost.

Ovšem každá mince má dvě strany a druhou stranou pomyslné mince zavedení RFID technologie do krevního centra FN Ostrava jsou nejen finance, ale také samotné provedení.

Kvůli podmínce, kdy RFID tagy musí pracovat na frekvenci 13,56MHz, aby nedocházelo k znehodnocování biologického materiálu (krve, plazmy...), může nastat problém, pokud by do krevního centra byly nainstalovány RFID brány. Tyto brány se v praxi běžně používají, ovšem pracují na UHF frekvencích, zato použité tagy a brány v KC by musely pracovat, kvůli frekvenci 13,56MHz, na HF frekvenci, což běžné není.

Další problém se může vyskytnout při samotném čtení tagu z krevního vaku nebo zkumavky. Jak krevní vak, tak zkumavka, obsahují krev, plazmu... obecně tekutinu, jenže při dosavadním stupni vývoje RFID technologie není možno zaručit bezchybné čtení údajů z tagu z výrobků obsahujících tekutinu, ale také z tagů umístěných na kovu.

Z těchto poznatků ovšem nemůžeme vyloučit zavedení RFID technologie do provozu krevního centra. Ve světě již některá krevní centra a zdravotnická zařízení technologii RFID využívají. Důležitým krokem pro zavedení této technologie i do KC FN bude důkladné a přesné proměření a prozkoušení např. vzdáleností, v případě použití RFID bran, bude se muset vyzkoušet jaká je úspěšnost čtení údajů z tagů umístěných na krevních vacích, zkumavkách. Tyto přípravy budou nejen časově, ale i finančně náročné.

Další samozřejmostí bude vytvořit informační systém, který bude plně kompatibilní s RFID technologií. V současné době je v KC FN Ostrava zaváděn nový informační systém. Tento systém by měl do budoucna se zavedením RFID technologie počítat.

Na téma zavedení RFID technologie do Krevního centra FN Ostrava již bylo zpracováno několik prací, dokonce je již rozpracován projekt firmou zabývající se technologií RFID. Tato práce se zaměřuje na konkrétní úsek krevního centra (část odběrů krve a krevních složek), proto pro zpracování úplné systémové specifikace je nutno zahrnout i analýzu dalších úseků KC.

## Zdroje

- [1] Složení krve [online]. [cit 2011-11-09] <[http://www.transfuze-uvn.cz/slozeni\\_krve.html](http://www.transfuze-uvn.cz/slozeni_krve.html)>.
- [2] Krev a krvetvorba[online]. [cit 2011-11-09] <[http://trimed.lf3.cuni.cz/files/hist\\_krev.doc](http://trimed.lf3.cuni.cz/files/hist_krev.doc)>.
- [3] Složení krve[online]. [cit 2011-11-09] <<http://www.krevniskupiny.cz/slozeni-krve/>>.
- [4] Krevní plazma[online]. [cit 2011-11-09]  
<[http://cs.wikipedia.org/wiki/Krevn%C3%AD\\_plazma](http://cs.wikipedia.org/wiki/Krevn%C3%AD_plazma)>.
- [5] *Máte krev v žilách?*. 3.vydání 2010. Osík u Litomyšle:HK CREDIT s.r.o.. ISBN 978-80-86780-43-6
- [6] Krevní skupin[online]. [cit 2011-11-09]  
<[http://cs.wikipedia.org/wiki/Krevn%C3%AD\\_skupina](http://cs.wikipedia.org/wiki/Krevn%C3%AD_skupina)>.
- [7] Krevní transfuze[online]. [cit 2011-11-09] <<http://www.transfuznistanice.cz/krevni-transfuze>>.
- [8] Klinické použití krve : příručka / [odpovědná redaktorka Lenka Šámalová ; přeložila Simona Šeclová]. 1.vydání. Praha: Grada Publishing, spol. s.r.o., 2002. 232s. IBSN 80-247-0268-1. Kapitola 4, Krevní produkty, s.21-32.
- [9]Transfúze[online]. [cit 2011-11-09] <[http://www.eamos.cz/amos/kos/modules/low/kurz\\_text.php?id\\_kap=16&kod\\_kurzu=kos\\_392](http://www.eamos.cz/amos/kos/modules/low/kurz_text.php?id_kap=16&kod_kurzu=kos_392)>.
- [10]Čipová identifikace-RFID[online]. [cit 2011-12-17]  
< <http://www.cominfo.cz/cz/kategorie/cipova-identifikace--rfid.aspx>>.
- [11] RFID technologie a systémy[online]. [cit 2011-12-17]  
<<http://www.barco.cz/?id=produkty&sel=15>>
- [12] Bezkontaktní identifikace[online]. [cit 2011-12-17]  
<<http://esp.cz/technologie/bezkontaktni-identifikace/>>.
- [13] Čárový kód vs. RFID[online]. [cit 2011-12-17] <<http://www.kzk.cz/carovy-kod-rfid>>.
- [14] Výroba chytrých etiket s RFID tagem[online].[cit 2011-12-17]<<http://www.smartlabel.cz/>>.
- [15]Základy RFID technologií[online]. [cit 2011-12-18]  
<[http://rfid.vsb.cz/miranda2/export/sites-oot/rfid/cs/okruhy/informace/RFID\\_pro\\_Logistickou\\_akademii.pdf](http://rfid.vsb.cz/miranda2/export/sites-oot/rfid/cs/okruhy/informace/RFID_pro_Logistickou_akademii.pdf)>.

- [16] Radiofrekvenční identifikace RFID a její použití v automatizaci a logistice [online]. [cit 2011-12-18] <[http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=30654](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30654)>.
- [17] Co je RFID [online]. [cit 2012-12-17] <[http://www.rfidportal.cz/index.php?page=rfid\\_obecne](http://www.rfidportal.cz/index.php?page=rfid_obecne)>.
- [18] Složení SMARTLABEL [online]. [cit 2011-12-17] <<http://www.smartlabel.cz/princip-vyroby/>>.
- [19] Dotkněte se RFID [online]. [cit 2011-12-17] <<http://www.rfid-epc.cz/download/prezen/RFIDWorkingGroup-UvodDoTechnologie.pdf>>.
- [20] *Analýzy* [online]. [c2000-2012] <<http://www.softdec.cz/services/analyzy-1>>.
- [21] KANISOVÁ, Hana a miroslav MÜLLER, M.. *UML srozumitelně*. Praha: Computer Press, 2006. 176s. ISBN 9788025110836.
- [22] ČERNOHORSKÝ, Jindřich a Ondřej KREJCAR. *Systémy řízení a monitorování*. 1.vyd. Ostrava: VŠB-technická univerzita Ostrava, 2007. 56s. ISBN 978-80-248-1612-8.
- [23] MOTALOVÁ, Leona. *Základy analýzy a UML*. Školení studentů-prezentace MS Power Point.
- [24] UNUCKA, Jakub. *Zvýšení kvality procesů krevního centra s použitím bezkontaktních metod identifikace RFID technologie*. MBA PROGRAM, Ostrava 2010.
- [25] Stolní čtečka [online]. [cit 2012-03-14] <[http://www.gaben.cz/katalog\\_datasheet.asp?mlevel=3&i=149&si=191](http://www.gaben.cz/katalog_datasheet.asp?mlevel=3&i=149&si=191)>.



## Seznam příloh

- I. Aktivitní diagram krevního centra
- II. Aktivitní diagram úseku předodběru (hematologická laboratoř)
- III. Aktivitní diagram úseku vyšetřovny lékaře
- IV. Aktivitní diagram úseku předboxu
- V. Aktivitní diagram úseku odběru
- VI. Aktivitní diagram předodběru s využitím RFID technologie (hematologická laboratoř)
- VII. Aktivitní diagram úseku vyšetřovny lékaře s využitím RFID technologie
- VIII. Aktivitní diagram úseku předboxu s využitím RFID technologie
- IX. Aktivitní diagram úseku odběru s využitím RFID technologie
- X. Diagram modelování dat zobrazující propojení dat